



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : <b>H04B 1/04, H03F 3/189, 1/02</b>		A1	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/42710</b>
			(43) Date de publication internationale: 20 juillet 2000 (20.07.00)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/00009 (22) Date de dépôt international: 5 janvier 2000 (05.01.00) (30) Données relatives à la priorité: 99/00240                      12 janvier 1999 (12.01.99)                      FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR). (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): LAURENT, Pierre, André [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle, Dépt. Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR). (74) Mandataires: LINCOT, Georges etc.; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle, Dépt. Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).		(81) Etats désignés: CA, HR, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Publiée Avec rapport de recherche internationale.	

(54) Title: HIGH PERFORMANCE SHORT-WAVE BROADCASTING TRANSMITTER OPTIMISED FOR DIGITAL BROADCASTING

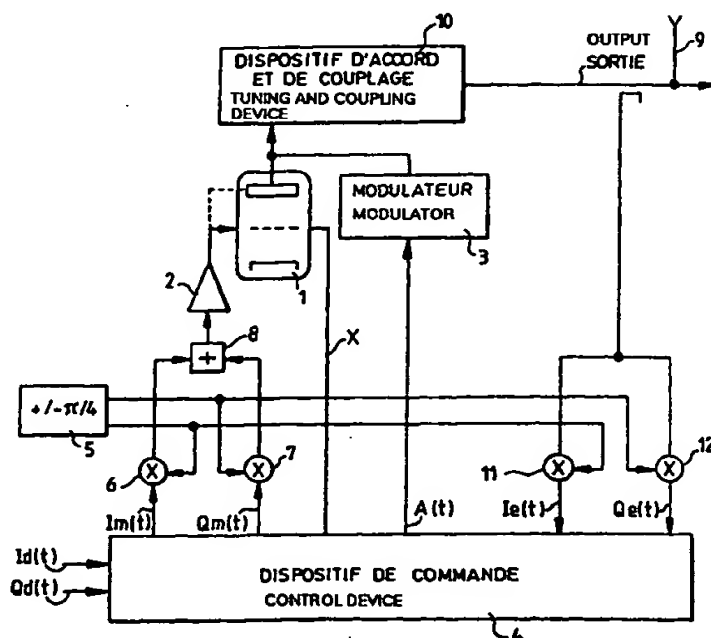
(54) Titre: EMETTEUR DE RADIODIFFUSION EN ONDES COURTES A HAUT RENDEMENT OPTIMISE POUR LES EMISSIONS DE TYPE NUMERIQUE

## (57) Abstract

The invention concerns a transmitter comprising a power tube (1) whereof the gate is excited by a variable phase signal through an energizer (2) and whereof the anode is amplitude modulated by a modulator (3) output signal. The phase and amplitudes of the signals respectively applied on the tube (1) gate and anode are representative of the phase and amplitude of the complex signal to be transmitted. In order that the amplifying characteristic of the transmitter in its entirety remains linear independently of the amplitude of the signal to be transmitted, the energizer (2) has a linear amplifying characteristic for low amplitude levels of the signal to be transmitted and operates in saturated mode when the amplitude of the signal to be transmitted exceeds a predetermined threshold. The invention is applicable to short-wave transmitters.

## (57) Abrégé

L'émetteur comprend un tube de puissance (1) dont la grille est excitée par un signal de phase variable au travers d'un dispositif d'excitation (2) et dont l'anode est modulée en amplitude par le signal de sortie d'un modulateur (3). La phase et l'amplitude des signaux appliqués respectivement sur la grille et l'anode du tube (1) sont représentatifs de la phase et de l'amplitude du signal complexe à transmettre. Pour que la caractéristique d'amplification de l'émetteur dans son ensemble reste linéaire indépendamment de l'amplitude du signal à transmettre le dispositif d'excitation (2) présente une caractéristique d'amplification linéaire pour les faibles amplitudes du signal à transmettre et travaille en régime saturé lorsque l'amplitude du signal à transmettre dépasse une valeur de seuil déterminée. Applications: Emetteurs ondes courtes.



### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce			TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PL	Pologne		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	PT	Portugal		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LJ	Liechtenstein	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SD	Soudan		
DK	Danemark	LR	Libéria	SE	Suède		
EE	Estonie			SG	Singapour		

**EMETTEUR DE RADIODIFFUSION EN ONDES COURTES A HAUT RENDEMENT OPTIMISE POUR LES EMISSIONS DE TYPE NUMERIQUE**

5           La présente invention concerne un émetteur de radiodiffusion à haut rendement optimisé pour les émissions de type numérique. Elle s'applique notamment à la radiodiffusion d'émission en ondes courtes.

          Les émetteurs de radiodiffusion actuellement utilisés en ondes courtes sont optimisés pour avoir un très haut rendement lors de l'émission  
10 en modulation d'amplitude pure avec résidu de porteuse.

          Ils sont pour cela organisés autour d'un tube de forte puissance agissant essentiellement en commutateur de courant au rythme de l'onde porteuse à transmettre. Un signal à haute tension proportionnel à l'amplitude instantanée de l'onde haute fréquence à transmettre est appliqué  
15 sur l'anode du tube par la sortie d'un modulateur. Les modulations actuellement utilisées sont connues suivant les abréviations IML et PSM.

          Avec les nouveaux systèmes de radiodiffusion numérique actuellement en cours de normalisation la forme de l'onde émise n'a pas de rapport avec le signal audio fréquence à transmettre. Elle est du type de  
20 celle qui est mise en oeuvre dans les modulateurs série ou parallèle. Le train binaire qui est véhiculé dépend du codage du signal audiofréquence qui est effectué en amont ainsi que des données qui l'accompagnent. Le procédé a pour effet d'améliorer sensiblement la qualité intrinsèque de la réception des signaux audiofréquence ainsi que de la rendre insensible aux effets nuisibles  
25 rencontrés en cours de propagation et qui sont dus principalement aux phénomènes de fading, de bruit et de brouillage, tant que ceux ci restent limités à des valeurs raisonnables.

          Un autre intérêt du procédé est qu'il ne nécessite pas la transmission d'une onde porteuse alors que celle ci représente dans les  
30 émetteurs à modulation d'amplitude jusqu'à 90% de la puissance totale émise. De plus avec un procédé de modulation numérique à modulateur série ou parallèle le signal émis est modulé à la fois en amplitude et en phase. Il s'agit d'un signal complexe, décrit généralement par la relation  $S(t)=I(t) + j Q(t)$ , où  $I(t)$  est le signal en phase et  $Q(t)$  le signal en quadrature.  
35 Ceci permet d'envisager d'utiliser un émetteur à modulation d'amplitude classique dans lequel une référence de fréquence est modulée en phase et

où le signal audiofréquence d'entrée est proportionnel au module du signal complexe à émettre.

Des essais menés à ce jour sur ce type d'émetteur montrent que la qualité du signal émis, si elle peut être considérée comme suffisante pour la réception, est insuffisante pour un système opérationnel devant cohabiter avec d'autres émetteurs, qu'ils soient à modulation d'amplitude ou numériques.

Même en prenant la précaution d'émettre un résidu de porteuse afin de rendre linéaire le fonctionnement, les performances des émetteurs, en termes de distorsion, de bande passante et de neutrodynage, font que les émissions parasites dans les canaux voisins de celui utilisé par l'émetteur sont de niveau trop élevé.

Les défauts de tels émetteurs viennent essentiellement du fait que le signal à émettre présente toutes les caractéristiques d'un bruit gaussien ou quasi gaussien, là où il est le plus fréquemment situé, c'est à dire au voisinage de l'origine pour  $I=0$  et  $Q=0$ , alors que c'est précisément à cet endroit que se présentent les plus grandes difficultés.

En effet, c'est aux passages du signal au voisinage de l'origine que la phase varie le plus rapidement, ce qui oblige "ipso facto" à avoir une grande bande passante de la voie modulée en phase.

Par ailleurs, c'est aussi au voisinage de l'origine que la voie amplitude présente des points de rebroussement qui, eux aussi, nécessitent une grande bande passante de la voie d'amplitude, typiquement au moins égale à trois fois la largeur de bande du signal émis.

Or, la préoccupation majeure des fabricants d'émetteurs est le rendement, auquel sont généralement sacrifiées la linéarité et la distorsion de phase due au neutrodynage approximatif du tube de sortie.

Le problème de l'émission d'un signal de type numérique n'est donc pas résolu par simple adaptation des signaux de commande des émetteurs existants. Il nécessite la conception d'émetteurs adaptés qui, cependant, doivent avoir un rendement acceptable pour l'exploitant et aussi pouvoir continuer à émettre en modulation d'amplitude pure si nécessaire, dans une phase transitoire au moins.

Il pourrait par exemple, être envisagé pour résoudre ce problème d'utiliser un émetteur de la classe A c'est à dire dont le tube d'émission

travaille en régime non saturé, ou encore d'utiliser la solution des émetteurs connus sous la désignation DOHERTY.

Un émetteur classe A peut être considéré comme un amplificateur pur dont l'entrée est modulée par un signal haute fréquence à bas niveau et  
5 qui fournit sur sa sortie une réplique à fort niveau du signal d'entrée qui est directement injectée dans le système antenne de l'émetteur.

Malheureusement, outre son rendement déplorable qui est situé entre 20 et 25% maximum, ce système ne peut être mis en oeuvre pour la raison principale qu'il n'existe pas de tube de puissance dans la classe des  
10 100 kw utilisable, car les tubes sont optimisés pour fonctionner dans la classe C qui donne le meilleur rendement énergétique.

Les émetteurs du type DOHERTY utilisent deux tubes couplés travaillant tous deux dans un mode à haut rendement. A titre indicatif un émetteur de ce type de 90 kw commercialisé sous la marque de fabrique  
15 RCA fonctionne encore actuellement dans la station de radiodiffusion du Vatican. Cet émetteur comporte deux tubes modulés en phase de façon symétrique, et une sortie formée par la combinaison des sorties des deux tubes qui est modulée exclusivement en amplitude, avec cependant un résidu de modulation de phase qui est non perceptible par les récepteurs  
20 actuels du commerce. Là encore ce montage est dédié à la radiodiffusion en modulation d'amplitude avec résidu de porteuse. Mais au plan économique il est jugé peu intéressant car il nécessite l'usage de deux tubes de puissance en sortie d'émetteur.

L'idée à l'origine de l'invention est d'accepter de diminuer le  
25 rendement global de l'émetteur pour les signaux de faible amplitude en le maximisant pour les signaux de plus forte amplitude qui provoquent la plus grande consommation d'énergie.

Cet objectif est atteint en modifiant le dispositif d'excitation de la grille du tube de puissance de l'émetteur de telle sorte que ce dernier ait un  
30 comportement variable en fonction du niveau du signal appliqué à l'entrée de l'émetteur.

Suivant l'invention le dispositif d'excitation se comporte comme un simple amplificateur linéaire lorsque le signal à émettre est de faible amplitude et travaille dans un mode saturé lorsque le signal à émettre a une  
35 amplitude significative.

Dans ces conditions, le point de fonctionnement du tube de puissance de l'émetteur et sa tension d'anode sont ajustés de telle sorte que:

- aux faibles amplitudes, la tension d'anode soit constante et pas trop faible pour que le tube de puissance travaille de façon linéaire ou quasi linéaire en agissant comme un amplificateur du signal de sortie du dispositif d'excitation ce dernier agissant lui aussi comme un amplificateur,

- aux amplitudes plus élevées, la tension d'anode soit modulée proportionnellement au module du signal à transmettre.

Le but de l'invention est de mettre en oeuvre un émetteur répondant à ces différents critères.

A cet effet l'invention a pour objet, un émetteur de radiodiffusion de signaux numériques comprenant un tube de puissance dont la grille est excitée par un signal de phase variable au travers d'un dispositif d'excitation et dont l'anode est modulée en amplitude par le signal de sortie d'un modulateur, la phase et l'amplitude des signaux appliqués respectivement sur la grille et l'anode du tube étant représentatifs de la phase et de l'amplitude d'un signal complexe à transmettre, caractérisé en ce que le dispositif d'excitation présente une caractéristique d'amplification linéaire pour les faibles amplitudes du signal à transmettre et travaille en régime saturé lorsque l'amplitude du signal à transmettre dépasse une valeur de seuil déterminée, pour que la caractéristique d'amplification de l'émetteur dans son ensemble reste linéaire indépendamment de l'amplitude du signal à transmettre.

L'émetteur selon l'invention a principalement pour avantage celui d'une mise en oeuvre simple ne nécessitant que la modification éventuelle de l'exciteur du tube de puissance des émetteurs standards si celui-ci n'est pas suffisamment linéaire.

Il a également pour avantage d'offrir une solution simple à l'exigence de linéarité de l'émetteur pour les signaux de niveau faible appliqués à l'entrée de l'émetteur, le point de fonctionnement du tube de sortie étant déplacé de façon que l'amplification le tube de sortie soit alors linéaire ou quasi linéaire.

Par principe le rendement global de l'émetteur reste élevé puisqu'il travaille la plupart du temps de la même façon que dans les

solutions classiques, à savoir comme un commutateur. Ce n'est que lorsque la puissance consommée est faible que le rendement commence lui aussi à baisser.

Les contraintes de bande passante du modulateur d'amplitude sont relâchées puisque l'amplitude du signal de sortie conserve toujours une valeur minimale déterminée, et ne présente pas de points de rebroussement élargisseurs de la bande passante.

Il en est de même pour le modulateur d'entrée de l'exciteur qui n'a plus à avoir une bande passante élevée, puisque, lors du passage du signal au voisinage de l'origine, son amplitude est très faible sinon nulle.

Un autre intérêt est que la linéarité approximative de la chaîne d'émission, tant en amplitude qu'en phase, peut être très facilement corrigée après une phase de calibration initiale et éventuellement périodique qui permet de déterminer les valeurs exactes des signaux  $I_m(t)$ ,  $Q_m(t)$  et  $A(t)$  à envoyer respectivement au modulateur complexe d'entrée de l'exciteur et au modulateur d'amplitude.

Enfin, l'émetteur selon l'invention peut transmettre n'importe quelle forme d'onde, depuis le numérique pur jusqu'à la modulation d'amplitude standard, en passant par des versions hybrides émettant simultanément des proportions quelconques de signal numérique pur, de résidu de porteuse de niveau et fréquence quelconques, de signal audiofréquence analogique en modulation d'amplitude, en bande latérale unique ou en bande latérale atténuée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui représentent

La figure 1 le principe mis en oeuvre dans l'invention pour réaliser une transformation d'un émetteur transmettant en modulation d'amplitude en un émetteur transmettant des signaux numériques.

La figure 2 un graphe représentatif d'une transmission d'un signal à plusieurs états d'amplitude et de phase par un émetteur conforme à celui représenté à la figure 1.

La figure 3 un mode de réalisation d'un émetteur selon l'invention.

La figure 4 des graphiques décrivant l'amplitude de la sortie de l'exciteur mis en oeuvre dans l'invention ainsi que celles de la tension de

sortie du modulateur et de la tension appliquée à l'anode du tube de sortie en fonction de l'amplitude du signal à émettre.

Les figures 5 et 6 des spectres d'amplitude et de phase du signal obtenu en sortie d'un émetteur conforme à celui représenté à la figure 3.

5 L'émetteur représenté à la figure 1 comprend un tube de puissance 1 dont la grille est excitée par un dispositif d'excitation 2 et dont l'anode est modulée en amplitude par un modulateur 3. Un dispositif de commande 4 élabore les signaux nécessaires à la commande en phase du dispositif d'excitation 2 et en amplitude du modulateur 3 à partir de la  
10 composante réelle  $I(t)$  et de la composante imaginaire  $Q(t)$  du signal complexe à émettre.

La modulation en phase de la grille du tube 1 s'obtient à partir du sinus et du cosinus de l'angle de phase  $\phi$  calculés par le dispositif de conversion 4 et appliqué sur les premières entrées d'opérande de circuits  
15 multiplieurs 6 et 7. Des deuxième entrées d'opérande des circuits multiplieurs 6 et 7 reçoivent respectivement deux signaux sinusoïdaux d'amplitude constante et de fréquence égale à celle fournie par le synthétiseur 5 mais qui sont déphasés de  $90^\circ$  l'un par rapport à l'autre. Un circuit additionneur 8 ajoute les signaux obtenus en sortie des deux circuits  
20 multiplieurs 6 et 7 pour appliquer sur la grille du tube 1 au travers de l'exciteur 2, un signal  $S(t) = \exp(j\phi_1)$  avec  $\phi_1 = \phi + \omega t$ , et  $\omega = 2\pi f$ ,  $f$  étant la fréquence du synthétiseur 5.

La modulation en amplitude de l'anode du tube 1 s'obtient en appliquant sur celle-ci, par l'intermédiaire du modulateur 3, un signal  $A_1$   
25 proportionnel au module du signal complexe à émettre défini par la relation :

$$A_1 = (I(t)^2 + Q(t)^2)^{1/2}$$

En considérant dans un cas idéal une amplification linéaire du tube 1, l'action combinée du dispositif d'excitation 2 et du modulateur 3 doit produire sur l'anode du tube 1 un signal  $S_1(t)$  défini par la relation:

30  $S_1(t) = A_1 S(t)$

Le signal  $S_1(t)$  est ensuite appliqué sur une antenne d'émission 9 au travers d'un dispositif d'accord et de couplage 10.

Cependant en pratique le signal obtenu sur l'anode du tube 1 présente des distorsions importantes notamment aux faibles amplitudes  
35 relativement au signal qui est appliqué à l'entrée de l'émetteur. Ceci résulte à



la fois du fait de la non linéarité de la courbe d'amplification du tube 1 qui est polarisé en classe C et du fait que le dispositif d'excitation et le tube 1 lui même agissent tous les deux comme des commutateurs dans le but d'obtenir un très bon rendement. C'est en effet aux faibles amplitudes au voisinage des valeurs nulles des parties imaginaires I et Q du signal complexe à émettre que la phase du signal varie le plus rapidement ce qui oblige à avoir une très grande bande passante de la voie modulée en phase. C'est aussi au voisinage de l'origine que la modulation du tube en amplitude présente le plus de points de rebroussements qui eux aussi nécessitent une grande bande passante de la voie d'amplitude, typiquement au moins trois fois la largeur de bande du signal émis.

De plus les capacités parasites entre l'anode et la grille du tube de puissance introduisent un déphasage complémentaire qui est fonction de l'amplitude de sortie du tube de puissance 1. Il s'ensuit dans le cas d'une transmission d'un signal complexe qui comporte plusieurs états d'amplitude et de phase régulièrement espacés, des distorsions du type de celles représentées à la figure 2.

Pour résoudre ces difficultés, le dispositif d'émission représenté à la figure 3 comporte comme celui représenté à la figure 1 où les éléments homologues portent les mêmes références, un tube de puissance 1 dont la grille est excitée par un dispositif d'excitation 2 et dont l'anode est modulée en amplitude par un modulateur 3. Le dispositif d'excitation 2 et le modulateur 3 sont commandés par un dispositif de commande 4. Le dispositif d'émission de la figure 3 ne diffère du dispositif d'émission représenté à la figure 1 que par le dispositif d'excitation 2 dont la caractéristique est d'être quasi linéaire à bas niveau du signal à émettre et de travailler à saturation pour les niveaux plus élevés, la polarisation du tube 1 et la présence d'un démodulateur complexe local composé de deux circuits multiplieurs 11 et 12 couplés à la sortie de l'émetteur pour estimer les composantes  $I_e(t)$  et  $Q_e(t)$  du signal émis, ainsi que par la présence d'un processeur de signal, non représenté, disposé à l'intérieur du dispositif de commande 4 pour commander le dispositif d'excitation 2 en fonction du résultat qu'il obtient en comparant les amplitudes respectivement réelles et imaginaires du signal à transmettre et du signal effectivement émis pour asservir le signal émis au signal à transmettre appliqué à l'entrée de

l'émetteur. En fonction de ce résultat le dispositif de commande 4 d'une part délivre respectivement sur une entrée d'opérande des deux circuits multiplieurs 6 et 7 la partie réelle  $I_m$  et la partie imaginaire  $Q_m$  d'un signal complexe  $I_m + j Q_m$  et d'autre part, applique un signal  $A(t)$  représentatif de son module à l'entrée du modulateur 3.

Dans ces calculs l'amplitude  $A(t)$  du signal qui est appliqué à l'entrée du modulateur 3 est déterminée par une relation de la forme:

$$A(t) = (A_0^{2n} + (I_m^2 + Q_m^2)^n)^{1/2n}$$

Pour  $n=1$   $A(t)$  devient

$$A(t) = (A_0^2 + I_m^2 + Q_m^2)^{1/2}$$

et l'angle de phase  $\phi$  est déterminé par la relation:

$$e^{j\phi} = (I_m + j Q_m) / (I_m^2 + Q_m^2)$$

Le dispositif de commande 4 détermine également un signal  $X$  de polarisation de la grille du tube 1 qui est déterminé en fonction de l'amplitude du signal complexe  $I_d(t) + j Q_d(t)$  du signal à transmettre.

La figure 4 montre, en fonction de l'amplitude  $A(t)$  du signal à émettre, l'amplitude  $h(A)$  du signal obtenu à la sortie du dispositif d'excitation 2, celle  $g(A)$  du signal de modulation appliqué sur l'anode du tube de puissance 1 et celle  $X = f(a)$  représentative de la tension de polarisation de la grille du tube 1. Pour les faibles amplitudes du signal de modulation  $A(t)$  la tension de polarisation de la grille est positive et celle de l'anode est voisine de  $A_0$  ce qui rend le tube de puissance 1 conducteur alors que pour les amplitudes du signal de modulation supérieure à une valeur de seuil déterminée la tension de polarisation de la grille devient négative et le tube de puissance fonctionne alors en régime de commutation au rythme de la modulation.

Ceci a pour effet que dès que la tension d'anode dépasse une valeur déterminée le rendement de l'émetteur est très élevé et pour les amplitudes inférieures à cette valeur, le rendement de l'émetteur est autorisé à prendre des valeurs d'autant plus faibles que l'amplitude du signal de sortie est elle même faible, ce qui n'est pas gênant car, dans ce cas, la puissance consommée est faible.

La courbe en trait épais représente l'amplitude en sortie de l'émetteur.

L'impact sur le spectre du signal en amplitude et phase est représenté aux figures 5 et 6.

## REVENDICATIONS

1. Emetteur de radiodiffusion de signaux numériques comprenant  
5 un tube de puissance (1) dont la grille est excitée par un signal de phase variable au travers d'un dispositif d'excitation (2) et dont l'anode est modulée en amplitude par le signal de sortie d'un modulateur (3), la phase et l'amplitude des signaux appliqués respectivement sur la grille et l'anode du tube (1) étant représentatifs de la phase et de l'amplitude d'un signal  
10 complexe à transmettre, caractérisé en ce que le dispositif d'excitation (2) présente une caractéristique d'amplification linéaire pour les faibles amplitudes du signal à transmettre et travaille en régime saturé lorsque l'amplitude du signal à transmettre dépasse une valeur de seuil déterminée, pour que la caractéristique d'amplification de l'émetteur dans son ensemble  
15 reste linéaire indépendamment de l'amplitude du signal à transmettre.
2. Emetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de commande (4) pour appliquer sur l'anode du tube (1) une tension de polarisation faible à peu près constante pour les faibles  
20 amplitudes du signal à transmettre ayant une valeur en dessous d'une valeur de seuil déterminée, et moduler la tension d'anode proportionnellement au module du signal à transmettre aux amplitudes du signal à transmettre supérieures à la valeur de seuil déterminée.
- 25 3. Emetteur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le tube (1) travaille suivant un mode d'amplification linéaire pour lequel il est conducteur lorsque l'amplitude du signal à transmettre est en dessous de la valeur de seuil déterminée et travaille en commutateur lorsque l'amplitude du signal à transmettre est supérieure à la  
30 valeur de seuil déterminée.

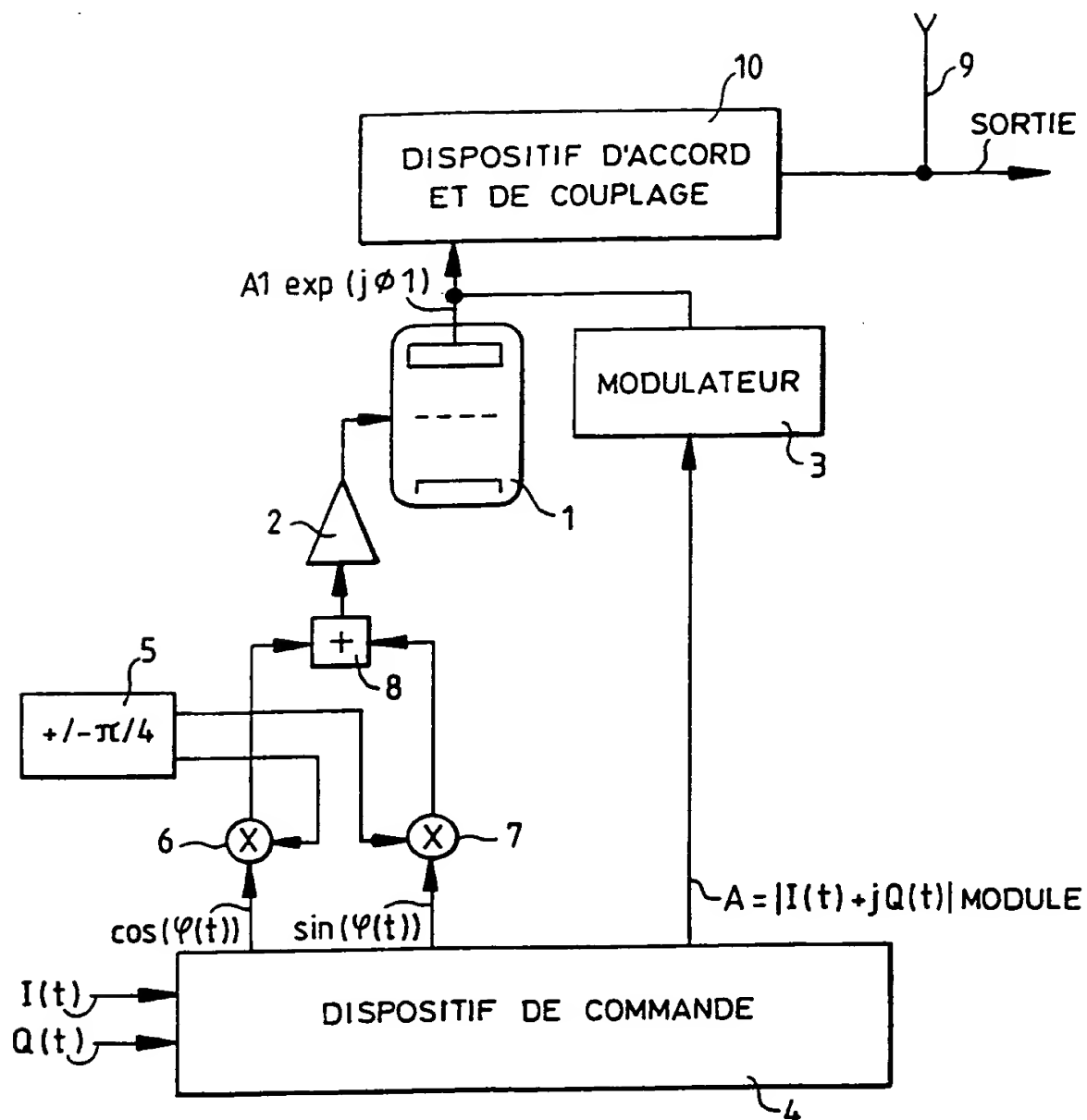


FIG.1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

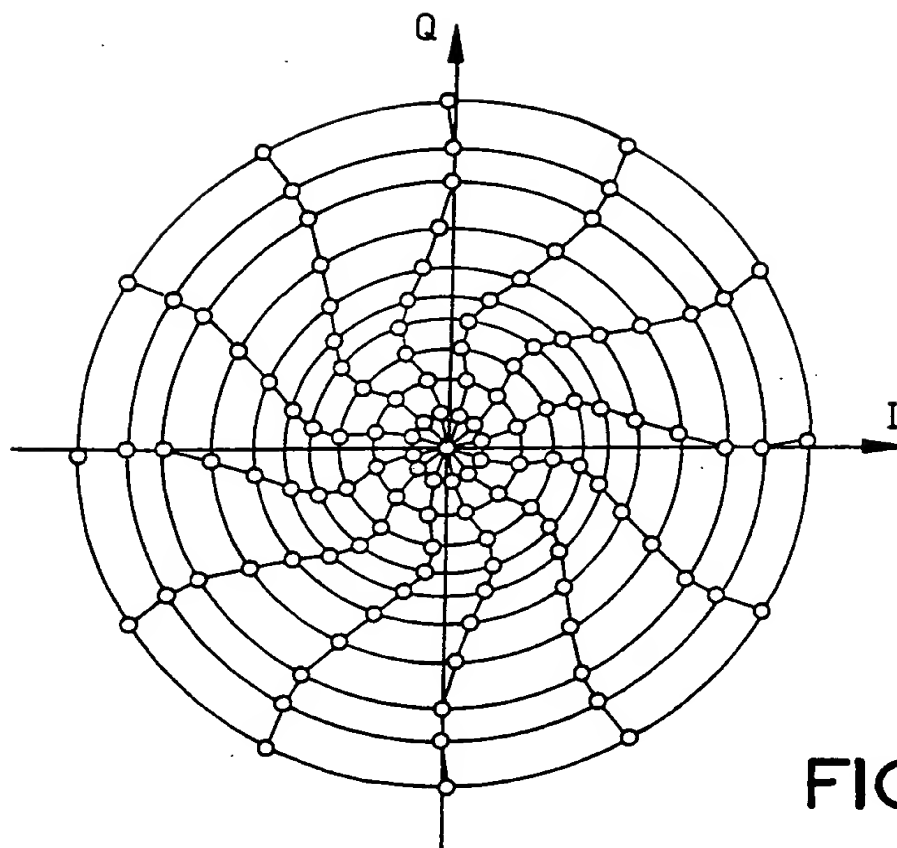


FIG. 2

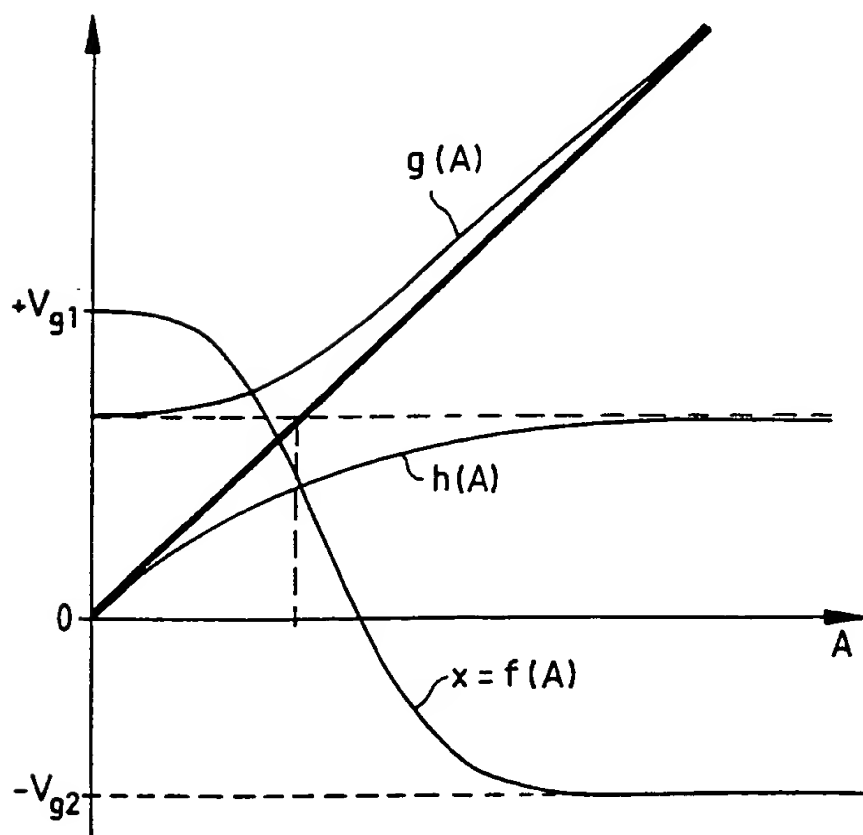


FIG. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



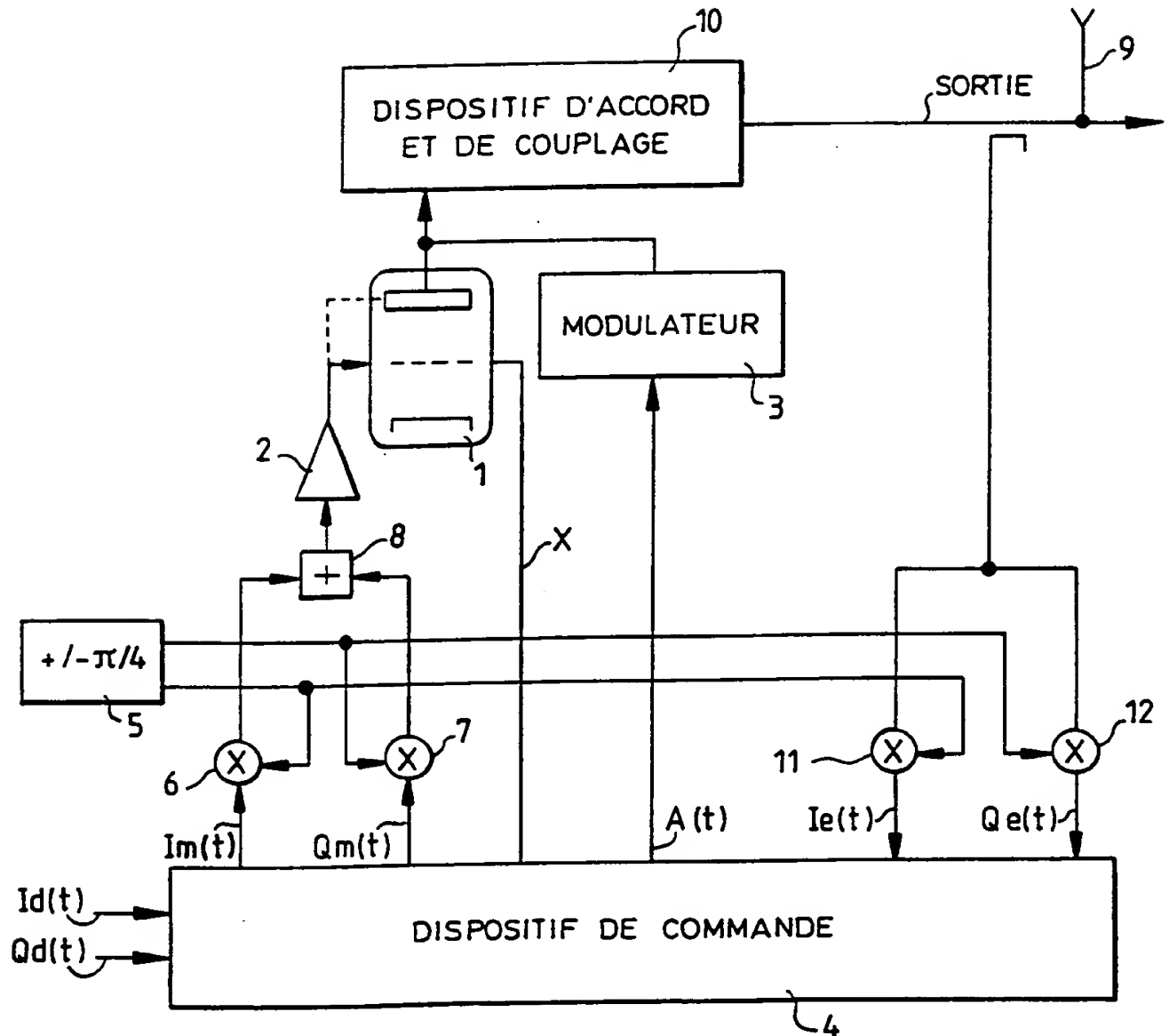
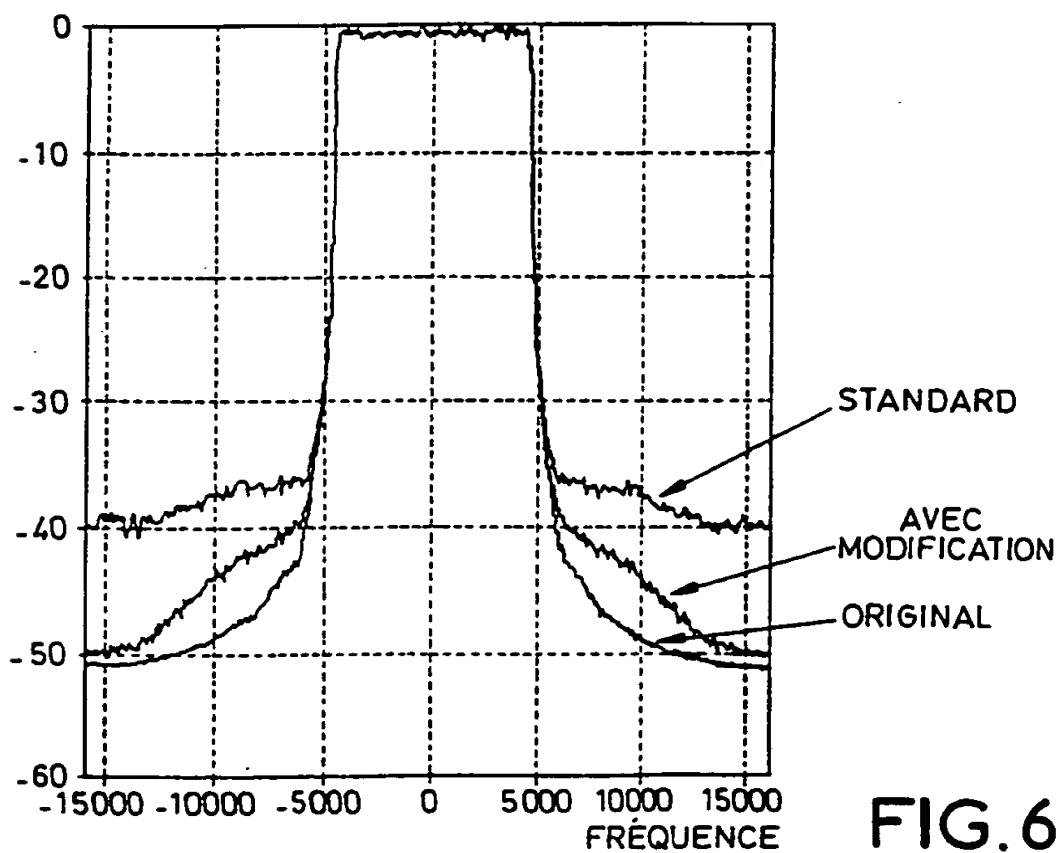
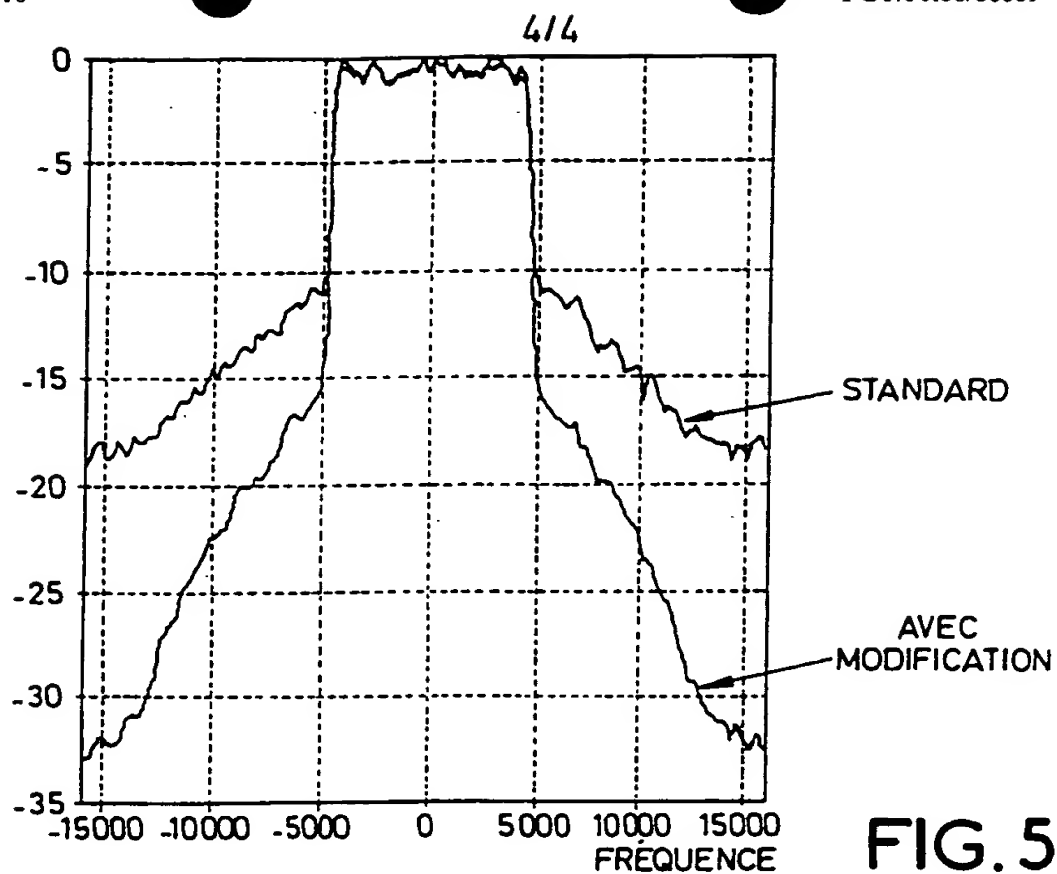


FIG. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 00/00009

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04B1/04 H03F3/189 H03F1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04B H03F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 438 686 A (GEHRI PATRICK ET AL) 1 August 1995 (1995-08-01) abstract column 1, line 46 -column 2, line 68 claim 1; figures 1,2	1-3
Y	EP 0 482 502 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 29 April 1992 (1992-04-29) abstract column 2, line 10 - line 53 column 5, line 4 - line 48 column 7, line 56 -column 8, line 34 claim 1; figures 2B,4,5	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 March 2000

Date of mailing of the international search report

23/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lazaridis, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/00009

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5438686 A	01-08-1995	DE 4210069 A DE 59307911 D EP 0562255 A	30-09-1993 12-02-1998 29-09-1993
EP 0482502 A	29-04-1992	CA 2053476 A,C DE 69120891 D DE 69120891 T KR 9510252 B US 5392463 A	17-04-1992 22-08-1996 02-01-1997 12-09-1995 21-02-1995

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De la recherche internationale No

PCT/FR 00/00009

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H04B1/04 H03F3/189 H03F1/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04B H03F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 438 686 A (GEHRI PATRICK ET AL) 1 août 1995 (1995-08-01) abrégé colonne 1, ligne 46 - colonne 2, ligne 68 revendication 1; figures 1,2	1-3
Y	EP 0 482 502 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 29 avril 1992 (1992-04-29) abrégé colonne 2, ligne 10 - ligne 53 colonne 5, ligne 4 - ligne 48 colonne 7, ligne 56 - colonne 8, ligne 34 revendication 1; figures 2B,4,5	1-3

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 mars 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/03/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5018 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lazaridis, P

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

en le Internationale No

PCT/FR 00/00009

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5438686 A	01-08-1995	DE 4210069 A	30-09-1993
		DE 59307911 D	12-02-1998
		EP 0562255 A	29-09-1993
EP 0482502 A	29-04-1992	CA 2053476 A,C	17-04-1992
		DE 69120891 D	22-08-1996
		DE 69120891 T	02-01-1997
		KR 9510252 B	12-09-1995
		US 5392463 A	21-02-1995